

10/518931

PCT/DE 03/01562

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 21 JUL 2003

WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 29 082.2

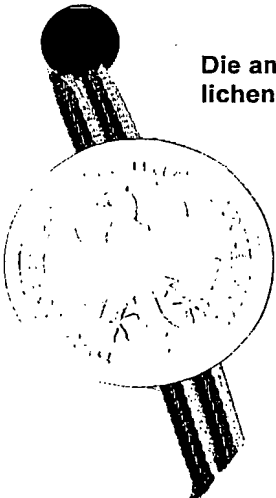
**Anmeldetag:** 28. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** ContiTech Luftfedersysteme GmbH,  
Hannover/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von festig-  
keitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden

**IPC:** B 29 D, B 29 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.



München, den 4. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Weihmayr

**Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von festigkeitsträger-  
5 verstärkten, schlauchförmigen Gebilden mit den Schritten:

- 10 a) Aufbringen einer ersten Kautschukschicht mit einer ersten Extrusionseinheit auf eine Reihe aufeinanderfolgender miteinander gekoppelter starrer zylindrischer Dorne, die mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung einer Vorschubachse vorgetrieben werden;
- 15 b) Aufbringen einer ersten Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln bezogen auf die Vorschubachse mit einer Spulengatterereinheit, die um die vorgetriebenen Dorne rotierende Mittel hat;
- 20 c) Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht mit mindestens einer weiteren Extrusionseinheit auf die erste Fadenlage.

Die Erfindung betrifft ferner eine Einrichtung zur Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden mit:

- a) einer ersten Extrusionseinheit zum Aufbringen einer ersten Kautschukschicht auf eine Reihe aufeinanderfolgender, miteinander gekoppelter starrer, zylinderförmiger Dorne, die mit einer Vorschubgeschwindigkeit in Richtung einer Vorschubachse vorgetrieben werden;
- b) einer ersten Spulengattereinheit, die um die vorgetriebenen Dorne rotierende Mittel hat, zum Aufbringen einer ersten Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln bezogen auf die Vorschubachse,
- c) mindestens einer weiteren Extrusionseinheit zum Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht auf die erste Fadenlage.

Aus der DE 27 50 642 C2 ist ein automatisiertes Verfahren zur Herstellung von mehrlagigen Rohren bekannt, bei dem Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten auf einen ortsfest gelagerten rotierenden Dorn aufgewickelt werden. Eine Materialzufuhreinheit wird hierbei in Längsrichtung entlang des Dorns bewegt. Nachteilig ist, dass dieses Herstellungsverfahren nicht kontinuierlich, sondern auf die Länge des Dorns begrenzt ist. Zudem kann die Dicke und der Winkel der aufgewickelten Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten nicht mit der für Schlauchrollbälge zum Einsatz in Luftfedern von Kraftfahrzeugen erforderlichen ausreichenden Genauigkeit sichergestellt werden.

In der DE 1 180 513 ist ein Wickelverfahren zur kontinuierlichen Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten Schlauchrollbälgen für Luftfedern beschrieben, bei dem Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten auf endlos hintereinander gereiht und in eine Förderrichtung vorgetriebene Reihe von

Dornen aufgewickelt werden. Der Schlauchrollbalg wird auf den Dornen vulkanisiert. Anschließend werden die Dornteilstücke abgezogen und an das Ende des in die Wickelmaschine einlaufenden Dornteilstücks lösbar angehängt. Die für Luftfederbälge erforderliche Präzision kann nachteilig bei dem

5 Wickelverfahren nicht gewährleistet werden. Zudem werden die Dorne bei dem Vulkanisieren thermisch belastet und es besteht die Gefahr, dass die Dorne sich verformen, so dass eine gleichbleibende Qualität der Schlauchrollbälge nicht mehr gewährleistet werden kann.

10 In der DE 25 45 058 C3 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von gekrümmten Kautschukschläuchen beschrieben, bei dem mit mindestens einem Extruder und einer Fadenarmierungsmaschine Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten auf kontinuierlich in Förderrichtung vorge-

15 triebene Dorne aufgebracht werden. Die Dorne stoßen hierbei unmittelbar nahtlos aneinander. In einer Schneideinrichtung wird der Endlosschlauch abgelängt, von den Dornen abgezogen und die vereinzelt Dorne an den Fertigungsanfang zurück verbracht.

Durch die Verwendung flexibler Dorne kann die für Luftfedern erforderliche

20 Genauigkeit der festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilde nicht gewährleistet werden. Zudem besteht bei der Vulkanisation der schlauchförmigen Gebilde auf dem Dorn die Gefahr, dass sich die Dorne verziehen.

25 Für Schlauchrollbälge zur Verwendung als Luftfedern ist eine hochgenaue Fertigung wesentlich. Dabei ist insbesondere die Dicke der ersten Kautschuklage und der Fadenwinkel der Festigkeitsträgerschichten ein entscheidendes Qualitätsmerkmal, das die Eigenschaften der aus dem Schlauchrollbalg gefertigten Luftfeder und die Lebensdauer wesentlich mit-

30 bestimmt.

Aufgabe der Erfindung war es daher, eine verbesserte Einrichtung und ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden zu schaffen, die eine für den Einsatz beispielsweise in Luftfedern ausreichende Präzision und eine hohe Prozeßsicherheit gewährleisten.

Die Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Verfahren gelöst durch die Schritte:

- d) kontinuierliches Messen der Vortriebsgeschwindigkeit der Dorne;
- e) Regeln der durch die erste Extrusionseinheit aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit, um eine definierte Soll-Dicke der ersten Kautschukschicht zu erhalten;
- f) Regeln der Drehzahl der ersten Spulengattereinheit bei der Rotation um die Dorne in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit, um eine Fadenlage mit den definierten Soll-Fadenwinkeln zu erhalten.

Erfindungsgemäß bilden die erste Spulengattereinheit und die erste Extrusionseinheit einen in sich geschlossenen Regelkreis. Dabei wird die erste Extrusionseinheit in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit der Dorne nachgeregelt, um eine gewünschte Soll-Dicke zu erhalten. Zudem wird die erste Fadenlage mit der ersten Spulengattereinheit in Abhängigkeit von der jeweiligen Vorschubgeschwindigkeit aufgebracht, so dass bei Variation der Vorschubgeschwindigkeit die Fadenwinkel konstant

gehalten werden. Bei der Regelung der Extrusionseinheit und der Spulengatterereinheit in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit wird die Erkenntnis genutzt, dass die extrudierte Kautschukschichtdicke und der Fadenwinkel im Wesentlichen durch die Vorschubgeschwindigkeit beeinflusst werden.

Es hat sich herausgestellt, dass mit einem solchen Regelkreis festigkeitsträgerverstärkte, schlauchförmige Gebilde mit einer hohen Prozeßsicherheit und annähernd gleichbleibender Qualität hergestellt werden können.

Die Aufgabe wird weiterhin durch die gattungsgemäße Einrichtung gelöst, die erfindungsgemäß folgende Merkmale hat:

- d) Vortriebsgeschwindigkeits-Messmittel zum kontinuierlichen Messen der Vortriebsgeschwindigkeit der Dorne,
- e) mindestens eine Steuer- und Regelungseinheit zum Ansteuern der Extrusionseinheiten und der Spulengattereinheiten, wobei die Steuer- und Regeleinheit zum
  - Regeln der Drehzahl der ersten Spulengatterereinheit bei der Rotation um die Dorne in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit, um eine Fadenlage mit den definierten Soll-Fadenwinkeln zu erhalten,
  - Regeln der durch die ersten Extrusionseinheit aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit, um eine definierte Soll-Dicke der ersten Kautschukschicht zu erhalten.

ausgebildet ist.

Es ist vorteilhaft, die Dorn-Vorschubgeschwindigkeit nach der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit der Dorne zu regeln. Weiterhin kann die Regelung  
 5 der aufgetragenen Kautschukmengen in Abhängigkeit von der gemessenen mittleren Wanddicke der jeweiligen Kautschukschicht erfolgen, die vorzugsweise an vier Stellen auf dem Umfang des Dorns kontinuierlich gemessen wird.

10 Die Genauigkeit der aufgetragenen Fadenlagen kann weiterhin gesteigert werden durch fortlaufendes Messen der Dicke der ersten Kautschukschicht und Regeln der durch die erste Extrusionseinheit aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Dicke.

15 Weiterhin kann die Präzision der Fadenlagen durch Regeln der Drehzahl des Spulengatters der ersten Spulengattereinheit im Schritt f) in Abhängigkeit von der gemessenen Dicke der ersten Kautschukschicht erhöht werden.

Zur Herstellung eines mehrlagigen festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes erfolgt vorteilhafter Weise weiterhin ein Regeln der durch  
 20 die weiteren Extrusionseinheiten aufgetragenen Kautschukmengen in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit, um eine definierte Soll-Dicke der weiteren Kautschukschichten zu erhalten.

25 Weiterhin erfolgt vorzugsweise ein Aufbringen mindestens einer weiteren Fadenlage auf eine jeweilige Kautschukschicht mit definierten Soll-Fadenwinkeln bezogen auf die Vorschubachse jeweils mit einer weiteren Spulengattereinheit, die um die vorgetriebenen Dorne rotierende Mittel hat, sowie ein Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht auf je-  
 30 weils eine Fadenlage mit jeweils einer Extrusionseinheit. Dabei werden die

Drehzahlen der Spulengattereinheiten bei der Rotation um die Dorne in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit oder von der Drehzahl der ersten Spulengattereinheit geregelt. Weiterhin werden die Drehzahlen der Spulengatter der weiteren Spulengattereinheiten in Abhängigkeit von einer Soll-Dicke der weiteren Kautschukschichten und der Soll-Fadenwinkel gesteuert. Dabei sind die Spulengatter über eine Totzeit und Koppelfaktoren miteinander gekoppelt. Dieses Regel- und Steuerkonzept hat sich für den kontinuierlichen Fertigungsbetrieb als geeignet erwiesen, um eine gleichbleibende Qualität der festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilde sicherzustellen.

Zur Herstellung von festigkeitsverstärkten, schlauchförmigen Gebilden, insbesondere von Luftfedern mit unterschiedlichen Fadenwinkel in definierten Bereichen ist es vorteilhaft, die Fadenwinkel durch Steuerung der Drehzahlen der Spulengattereinheiten variabel einzustellen. Hierzu sind die Spulengattereinheiten über eine Totzeit und Koppelfaktoren derart miteinander gekoppelt, dass eine Änderung des Fadenwinkels einer Fadenlage durch eine Spulengattereinheit an einer Position des festigkeitsverstärkten, schlauchförmigen Gebildes mit einer entsprechenden Änderung des Fadenwinkels weiterer Fadenlagen an derselben Position durch weitere Spulengattereinheiten gekoppelt ist. Mit den Spulengattereinheiten kann somit die Drehzahl so gesteuert werden, dass definierte Bereiche mit einem ersten Fadenwinkel und definierte Bereiche mit einem zweiten Fadenwinkel entstehen. Der Übergang von dem ersten Fadenwinkel auf den zweiten Fadenwinkel kann über eine definierte Beschleunigung und Verzögerung der Spulengattereinheiten genau festgelegt werden. Die Steuerung der Spulengattereinheiten ist hierbei so konzipiert, dass nachfolgende Spulengattereinheiten eine Drehzahländerung genau an der Stelle nachvollziehen, wie eine erste Spulengattereinheit, jedoch nur zeitlich verzögert in Abhängigkeit von der Dorn-Vorschubgeschwindigkeit.



Besonders vorteilhaft ist es, wenn zudem die durch die Extrusionseinheiten jeweils aufgetragenen Gummimengen in Abhängigkeit von dem jeweiligen Druck im Spritzkopf der entsprechenden Extrusionseinheit geregelt wird.

5

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft herausgestellt, eine volumenabhängige Regelung der Dicke der aufgetragenen Kautschukschichten mittels einer Zahnradpumpe vorzusehen, die jeweils zwischen dem Extruder und dem Extrusionskopf einer Extrusionseinheit angeordnet ist. Damit kann der Vo-  
lumenstrom der Kautschukmenge sehr genau geregelt werden, um eine konstante Schichtdicke zu erzielen.

10

Die Dicken der aufgetragenen Schichten werden vorteilhafter Weise an mehreren Positionen am Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes gemessen und eine Schichtdicke des Gebildes bevorzugt aus dem Mittelwert der am Umfang gemessenen Schichtdicken zur Regelung und/oder Fehlererkennung bestimmt. Damit wird vermieden, dass örtliche Variationen der Schichtdicken am Umfang zu einer fehlerhaften Nachregelung führen.

15

Die Messung der Schichtdicken am Umfang des Gebildes erfolgt vorzugsweise durch Rotation einer Einrichtung zum Messen der Dicken der aufgetragenen Schichten über die Zeit um den Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes und durch Aufnehmen der Dicke an mehreren Umfangspositionen.

20

Zur Dickenmessung können die Außenkanten des Gebildes berührungslos, beispielsweise optisch, vermessen werden. Zudem werden die Außenkanten des Dorns ebenfalls berührungslos, beispielsweise induktiv, vermessen.  
Aus den Außenkanten des Gebildes und des Dorns kann die Dicke des

25

30

festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes an verschiedenen Positionen am Umfang berechnet werden. Hierzu sollten die optischen Messeinheiten zur Vermessung der Außenkanten des Gebildes und der berührungslöse Messsensor zur Erfassung der Dornaußenkante aufeinander  
5 ausgerichtet sein und einen gemeinsamen Bezugspunkt haben.

Um ein Abstreifen der Gebilde von den Dornen zu erleichtern, wird vorzugsweise Trennmittel auf die Dorne mit einer Trennmittel-Auftragseinheit vor dem Aufbringen der ersten Kautschukschicht aufgetragen. Die aufgetragene Trennmittelmenge wird dabei vorzugsweise in Abhängigkeit von der  
10 Vorschubgeschwindigkeit der Dorne geregelt, so dass ein gleichbleibender Trennmittelauftrag gewährleistet wird. Auf entsprechende Weise sollte vorzugsweise auch Trennmittel auf die letzte äußerste Kautschukschicht aufgebracht werden, um die Klebrigkeit herabzusetzen.

15

Um eine ausreichende Prozeßsicherheit zu gewährleisten, werden weiterhin Prozeßgrößen bei dem Aufbringen der Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten gemessen und fehlerhafte Bereiche des Gebildes markiert, wenn die Prozeßgrößen ein jeweiliges Fehlertoleranzmaß über- oder unterschreiten. Die markierten fehlerhaften Bereiche werden anschließend optisch erkannt und die als fehlerhaft erkannten Abschnitte des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes ausgesondert.  
20

Weiterhin erfolgt vorteilhafterweise eine Kennzeichnung von Abschnitten des Gebildes nach dem Aufbringen der obersten Kautschukschicht mit einer Produktkennzeichnung, insbesondere mit der Produktionszeit und/oder einer Chargennummer. Die Kennzeichnung der Gebilde am Ende der Fertigungslinie sollte derart erfolgen, dass die Bereiche der Winkeländerung immer an der gleichen Stelle im Fertigprodukt liegen. Die Produktkennzeichnung sollte  
25 somit anzeichnen, wo der Rohling, d. h. das Gebilde, zu schneiden ist und  
30

eine Markierung aufbringen, die Auskunft über die Einbaulage oder Einbau-  
richtung gibt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 - schematisches Blockdiagramm einer Fertigungseinrichtung zur  
kontinuierlichen Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten,  
schlauchförmigen Gebilden;

Figur 2 - Querschnitts-Blockdiagramm einer Einrichtung zur Messung der  
ersten Kautschukschichtdicke.

Die Figur 1 lässt eine erfindungsgemäße Einrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden 1 als schematisches Blockdiagramm erkennen. Die Gebilde 1 werden aus mehreren übereinanderliegenden Kautschukschichten 2a, 2b, 2c und Festigkeitsträgerschichten 3a, 3b gebildet. Die Festigkeitsträgerschichten 3a, 3b sind Fadenlagen, die in einem definierten Fadenwinkel um den Umfang der jeweiligen Kautschukschicht 2a, 2b gewickelt sind.

Die Fertigungseinrichtung hat einen ersten Extruder 4a zum Auftragen der ersten Kautschukschicht 2a auf den Umfang von rohrförmigen starren Dornen 5, die fortlaufend aneinander gekoppelt sind und mit einer Vorschubfördereinrichtung 6 in Richtung einer Vorschubachse X vorgetrieben werden.

Mit einer ersten Extrusionseinheit 4a wird eine erste Kautschukschicht auf den Umfang der Dorne 5 aufgetragen. Damit die erste Kautschukschicht 2a nicht mit den Dornen 5 verklebt und später leicht abgelöst werden kann, wird mit einer Trennmittel-Auftragseinheit 7, die vor der ersten Extrusionseinheit 4a angeordnet ist, ein Trennmittel auf die Oberfläche der Dornen 5 aufgetragen.

In Richtung der Vorschubachse X gesehen hinter der ersten Extrusionseinheit 4a sind erste Schichtdicken-Messmittel 9a vorgesehen, um die Dicke der ersten Kautschukschicht 2a kontinuierlich zu messen. Die

- 5 Schichtdicken-Messmittel 9a haben optische Messeinheiten, mit denen Außenkanten der ersten Kautschukschicht 2a des Gebildes 1 an mehreren Positionen am Umfang des Gebildes 1 mit einer Durchleuchtungsmessung optisch vermessen werden. Weiterhin ist mindestens ein berührungsloser Messsensor in den Schichtdicken-Messmitteln 9 vorgesehen, um die Außenkante der Dorne 5 zu erfassen. Aus der Differenz zwischen der Außenkante der Dorne 5 und den Außenkanten der ersten Kautschukschicht 2a kann die Dicke  $d_a$  der ersten Kautschukschicht 2a berechnet werden.

- 15 In Richtung der Vorschubachse X gesehen hinter den Schichtdicken-Messmitteln 9a ist eine erste Spulengatterereinheit 10a angeordnet, um eine erste Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln  $\alpha_1$  auf die erste Kautschukschicht 2a aufzubringen. Die erste Spulengatterereinheit 10a hat hierzu Mittel, die um die vorgetriebenen Dorne 5 rotieren. Der Soll-Fadenwinkel  $\alpha_1$  ist quer zur Vorschubachse X gesehen als  $0^\circ$  und in Längsrichtung der Gebilde 1 als  $90^\circ$  definiert.

- 25 Mit einer zweiten Extrusionseinheit 4b wird eine zweite Kautschukschicht 2b auf die erste Festigkeitsträgerschicht 3a aufgetragen und es wird optional mit zweiten Schichtdickenmessmitteln 9b die Dicke  $d_b$  des schlauchförmigen Gebildes 1 gemessen.

- 30 Anschließend wird mit einer zweiten Spulengatterereinheit 10b, die gegenseitig zu der ersten Spulengatterereinheit 10a rotiert, eine zweite Festigkeitsträgerschicht 3b als Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln  $\alpha_2$  aufgebracht.

Auf diese zweite Festigkeitsträgerschicht 3b wird abschließend mit einer dritten Extrusionseinheit 4c eine dritte Kautschukschicht 2c aufgebracht.

5 Die Extrusionseinheiten 4a, 4b und 4c haben jeweils eine Zahnradpumpe 11, die zwischen dem Extruder und dem Extrusionskopf der Extrusionseinheit 4 angeordnet ist. Mit Hilfe der Zahnradpumpen 11 kann der Kautschukmassenstrom volumenabhängig gesteuert werden und auf diese Weise die Dicke der aufgetragenen Kautschukschicht 2 hochgenau geregelt werden. Die Regelung erfolgt in Abhängigkeit von der gemessenen Dorn-  
10 Vorschubgeschwindigkeit und optional in Abhängigkeit von der hinter einer Extrusionseinheit 4 jeweils gemessenen mittleren Dicke  $d$  der Kautschukschicht 2.

15 Bei dem Aufbringen der Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten 2, 3 werden Prozeßgrößen, wie die Dicke  $d$  der Kautschukschichten 2 gemessen und auf diese Weise die kontinuierliche Produktion der festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilde 1 überwacht. Mit einer Fadenüberwachung kann ein Fadenriss während der Produktion festgestellt und ein  
20 Alarm erzeugt werden. Die Fehlerkennzeichnung kann dann das festigkeitsträgerverstärkte, schlauchförmige Gebilde 1 als fehlerhaft kennzeichnen bzw. die Produktionslinie herunterfahren, um den Fehler zu beheben. Weiterhin kann eine Fadenkraftmessung vorgesehen sein, um die Kräfte der auf das Gebilde 1 auflaufenden einzelnen Fäden zu messen und bei Überschrei-  
25 tung festgelegter Toleranzen ein Alarmsignal an eine Fehlermarkierungseinheit 12 abzugeben, um das fehlerhafte Produkt auszuschleusen.

Anschließend werden die Gebilde 1 mit einer Schneideeinheit 13 in Abschnitte aufgetrennt. Hierzu ist jeweils ein umlaufender Spalt  $S$  an den  
30 Stossflächen aufeinanderfolgender Dorne 5 vorgesehen, so dass ein umlau-

fendes Trennmesser im Bereich des Spalts auf das festigkeitsträgerverstärkte, schlauchförmige Gebilde 1 wirken kann, ohne dass die Dorne 5 oder das Trennmesser beschädigt werden. Die Dorne 5 mit den Abschnitten der schlauchförmigen Gebilde 1 werden anschließend vereinzelt und die Gebilde 1 von den Dornen 5 abgezogen, auf Vulkanisationslänge abgelängt und vulkanisiert.

Die Vortriebsgeschwindigkeit  $v$  der Dorne 5 während des Produktionsprozesses wird mit mindestens einem Vortriebsgeschwindigkeits-Meßmittel 14a, 14b kontinuierlich gemessen und als Prozeßgröße einer zentralen Steuer- und Regelungseinheit 15 zugeführt. Diese dient auch zur Ansteuerung der Fehlermarkierungseinheit 12. Mit der zentralen Steuer- und Regelungseinheit 15 können alle ggf. optional weiteren Extrusionseinheiten 4c und Spulengattereinheiten 10b direkt angesteuert werden.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch jeweils für die erste Extrusionseinheit 4a und die erste Spulengattereinheit 10a sowie für die zweite Extrusionseinheit 4b und die zweite Spulengattereinheit 10b ein eigener Regelkreis mit den Regelungseinheiten 16a, 16b vorgesehen, um die Extrusionseinheiten 4a, 4b und die Spulengattereinheiten 10a, 10b in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit  $v$  und/oder der gemessenen Dicke  $d$  der Schichten des Gebildes 1 zu regeln.

Erfindungsgemäß ist insbesondere der Regelkreis mit der Regelungseinheit 16a vorgesehen, um die durch die erste Extrusionseinheit 4a aufgebrachte Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit  $v_a$  und der gemessenen Dicke  $d_a$  der ersten Kautschukschicht 2a so zu regeln, dass eine definierte Soll-Dicke  $d_{\text{soll}}$  der ersten Kautschukschicht 2a gewährleistet ist.

Ferner wird die Drehzahl der ersten Spulengattereinheit 10a bei der Rotation um die Dorne 5 in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit  $v_a$  in Richtung der Vorschubachse X und der gemessenen Dicke  $d_a$  der ersten Kautschukschicht 2a so geregelt, dass die aufspiralisierte Fadenlage einen definierten Soll-Fadenwinkel  $\alpha_1$  hat.

Mit dem zweiten Regelkreis und der Regelungseinheit 16b kann optional die zweite Extrusionseinheit 4b und die zweite Spulengattereinheit 10b geregelt werden. Hierzu wird die Dicke  $d_b$  des Gebildes 1 mit der zweiten Kautschukschicht 2b als Abschlussschicht mit den Schichtdicken-Messmitteln 9b gemessen.

Die Regelkreise mit den Regelungseinheiten 16a und 16b können zusätzlich zur Steuerung der Extrusions- und Spulengattereinheiten 4, 10 ausgebildet sein. Vorteilhafterweise wird die Steuerung jedoch durch die zentrale Steuerungs- und Regelungseinheit 15 vorgenommen.

Die Figur 2 lässt eine Skizze der Schichtdicken-Messmittel 9a mit einem Dorn 5 und der ersten Kautschukschicht 2a im Querschnitt erkennen.

Die Schichtdicken-Messmittel 9a weisen mindestens zwei optische Messeinheiten 17a und 17b mit jeweils einem Leuchtmittel 18 und einem sich quer zur Längsachse des Dorns 5 erstreckenden Lichtsensor 19 auf. Die Leuchtmittel 18 sind so angeordnet, dass der mit der ersten Kautschukschicht 2a beschichtete Dorn 5 angestrahlt wird. Die Lichtsensoren 19 sind gegenüberliegend von den Leuchtmitteln 18 so angeordnet, dass nur die außerhalb von der Außenkante der ersten Kautschukschicht 2a von den Leuchtmitteln 18 in Richtung des Lichtsensors 19 geleiteten Lichtstrahlen empfangen werden und als Maß für die Position der Außenkante in



Bezug auf einen Bezugspunkt, wie zum Beispiel die Mittelachse des Dorns 5, ausgewertet werden.

5 Ferner sind berührungslose, vorzugsweise induktive Messsensoren 20a, 20b vorgesehen, um die Außenkante des Dorns 5 zu erfassen. Auf diese Weise kann in Verbindung mit einem Bezugspunkt der Durchmesser des Dorns 5 bestimmt werden. Mit Hilfe des Bezugspunktes, der ermittelten Außenkanten der Gebilde 1 und der Außenkante des Dorns 5, kann die Dicke  $d_a$  der ersten Kautschukschicht 2a an den verschiedenen Positionen  
10 bestimmt werden, die durch die Lage der optischen Meßeinheiten 17a, 17b definiert sind.

Mit einer Recheneinheit 21 wird der Mittelwert der an den verschiedenen Positionen bestimmten Dicken  $d_1$ ,  $d_2$  der ersten Kautschukschicht 2a be-  
15 rechnet und als Schichtdicke  $d$  an den Regelkreis mit der Regelungseinheit 16a und/oder die zentrale Steuer- und Regelungseinheit 15 weitergeleitet.

Die weiteren Schichtdicken-Messmittel 9b, 9c, die hinter der zweiten und den weiteren Extrusionseinheit 4b, 4c angeordnet sind, können in entspre-  
20 chender Weise aufgebaut und an den Regelkreis mit der Regelungseinheit 16b angeschlossen sein.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden (1) aus Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten (2, 3) mit den Schritten:

a) Aufbringen einer ersten Kautschukschicht (2a) mit einer ersten Extrusionseinheit (4a) auf eine Reihe aufeinanderfolgender miteinander gekoppelter starrer zylindrischer Dorne (5), die mit einer Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ) in Richtung einer Vorschubachse (X) vorgetrieben werden;

b) Aufbringen einer ersten Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) bezogen auf die Vorschubachse (X) mit einer Spulengattereinheit (10a), die um die vorgetriebenen Dorne (5) rotierende Mittel hat;

c) Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht (2b) mit mindestens einer weiteren Extrusionseinheit (4b) auf die erste Fadenlage;

### gekennzeichnet durch

d) kontinuierliches Messen der Vortriebsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Dorne (5);

e) Regeln der durch die erste Extrusionseinheit (4a) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine definierte Soll-Dicke der ersten Kautschukschicht (2a) zu erhalten;

f) Regeln der Drehzahl der ersten Spulengattereinheit (10a) bei der Rotation um die Dorne (5) in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine Fadenlage mit den definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** fortlaufendes Messen der Dicke ( $d_a$ ) der ersten Kautschukschicht (2a) und Regeln der durch die erste Extrusionseinheit (4a) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Dicke ( $d_a$ ).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** Regeln der Drehzahl der ersten Spulengattereinheit (10a) im Schritt f) in Abhängigkeit von der gemessenen Dicke ( $d_a$ ) der ersten Kautschukschicht (2a).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** Regeln der durch die weiteren Extrusionseinheiten (4) aufgetragenen Kautschukmengen in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine definierte Soll-Dicke der weiteren Kautschukschichten (2) zu erhalten.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Regeln der Dorn-Vorschubgeschwindigkeit nach der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den weiteren Schritten:

- Aufbringen mindestens einer weiteren Fadenlage auf eine jeweilige Kautschukschicht (2) mit definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_2$ ) bezogen auf die Vorschubachse (X) jeweils mit einer weiteren Spulengatterereinheit (10b), das um die vorgetriebenen Dorne (5) rotiert;

- Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht (2c) auf jeweils eine Fadenlage mit jeweils einer Extrusionseinheit (4c);

**gekennzeichnet durch**

- Regeln der Drehzahlen der weiteren Spulengattereinheiten (10) bei der Rotation um die Dorne (5) in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ) und/oder von der Drehzahl der ersten Spulengatterereinheit (10a), und
- Steuern der Drehzahl der weiteren Spulengattereinheiten (10) in Abhängigkeit von einer Soll-Dicke der weiteren Kautschukschichten (2) und der Soll-Fadenwinkel ( $\alpha_2$ ), wobei die Spulengattereinheiten über eine Totzeit und Koppelfaktoren miteinander gekoppelt sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** variable Einstellung der Fadenwinkel ( $d$ ) durch Steuerung der Drehzahlen der Spulengattereinheiten (10), wobei die Spulengattereinheiten (10) über eine Totzeit und Koppelfaktoren derart miteinander gekoppelt sind, dass eine Änderung des Fadenwinkels einer Fadenlage durch eine Spulengatterereinheit an einer Position des

festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes mit einer entsprechenden Änderung des Fadenwinkels weiterer Fadenlagen an derselben Position durch weitere Spulengattereinheiten gekoppelt ist.

- 5     8.     Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Regeln der durch die Extrusionseinheiten (4) aufgetragenen Kautschukmengen in Abhängigkeit von der gemessenen mittleren Wanddicke.
- 10    9.     Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Regeln der durch eine Extrusionseinheit (4) aufgetragenen Gummimenge in Abhängigkeit von dem jeweiligen Druck im Spritzkopf der entsprechenden Extrusionseinheit (4).
- 15    10.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Regelung der Dicken (d) der aufgetragenen Kautschuk-schichten (2a, 2b, 2c) durch Drehzahlregelung einer Zahnradschlepppumpe (11), die jeweils zwischen dem Extruder und dem Extrusionskopf einer Extrusionseinheit (4) angeordnet ist.
- 20
11.    Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Messen der Dicken (d) der aufgetragenen Schichten an mehreren Positionen am Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) zur Regelung, Fehlererkennung und/oder Fehlerkennzeichnung bei einer über eine definierte Toleranzgrenze hinausgehenden Abweichung von einem Sollwert.
- 25
12.    Verfahren nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** Ermitteln der Schichtdicke aus dem Mittelwert der am Umfang gemessenen Dicken (d) der aufgetragenen Schichten.
- 30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **gekennzeichnet durch** Rotieren einer Einrichtung zum Messen der Dicken (d) der aufgetragenen Schichten über die Zeit um den Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) und Aufnehmen der Dicke (d) an mehreren Umfangspositionen.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **gekennzeichnet durch** berührungsloses Vermessen der Außenkanten des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) und der Außenkanten des Dorns (5) und Ermitteln der Dicke des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) aus den Positionen der Außenkanten.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** optisches Messen der Außenkanten des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) und induktives Messen der Außenkante des Dorns.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Auftragen von Trennmittel auf die Dorne (5) mit einer Trennmittel-Auftragseinheit (7) vor dem Aufbringen der ersten Kautschukschicht (2a) und Regeln der aufgetragenen Trennmittelmenge in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit (v) der Dorne (5).
17. Verfahren nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** Auftragen von Trennmitteln auf die äußerste Kautschukschicht (2) und Regeln der aufgetragenen Trennmittelmenge in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit (v) der Dorne (5).

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Messen von Prozeßgrößen bei dem Aufbringen der Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten (2, 3), Markieren von fehlerhaften Bereichen des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1), wenn die Prozeßgrößen ein jeweiliges Fehlertoleranzmaß über- oder unterschreiten, optisches Erkennen der markierten fehlerhaften Bereiche, und Aussondern der als fehlerhaft erkannten Abschnitte des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1).

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Kennzeichnen von Abschnitten des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) nach dem Aufbringen der obersten Kautschukschicht (2c) mit einer Produktkennzeichnung, insbesondere mit der Produktionszeit und/oder einer Chargennummer, wobei die Kennzeichnung eine Trennstelle und die Einbauanlage und Einbaurichtung des Gebildes (1) kennzeichnet.

20. Einrichtung zum Herstellen von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden (1) mit:

a) einer ersten Extrusionseinheit (4a) zum Aufbringen einer ersten Kautschukschicht (2a) auf einer Reihe aufeinanderfolgender miteinander gekoppelter starrer, zylinderförmiger Dorne (5), die mit einer Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ) in Richtung einer Vorschubachse (X) vorgetrieben werden;

b) einer ersten Spulengattereinheit (10a), das um die vorgetriebenen Dorne (5) rotiert, zum Aufbringen einer ersten Fadenlage mit defi-

nierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) bezogen auf die Vorschubachse (X),

- 5 c) mindestens einer weiteren Extrusionseinheit (4b) zum Aufbringen  
mindestens einer weiteren Kautschukschicht (2b) auf die erste  
Fadenlage,

**gekennzeichnet durch**

- 10 d) Vortriebsgeschwindigkeits-Messmittel (14a, 14b) zum kontinuier-  
lichen Messen der Vortriebsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Dorne (5),

- 15 e) mindestens eine Steuer- und Regelungseinheit (15, 16) zum An-  
steuern der Extrusionseinheiten (4) und der Spulengattereinheiten  
(10), wobei die Steuer- und Regeleinheit (15, 16) zum

- Regeln der Drehzahl der ersten Spulengattereinheit (10a) bei  
der Rotation um die Dorne (5) in Abhängigkeit von der Vor-  
schubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine Fadenlage mit den definier-  
ten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) zu erhalten,

- 20 - Regeln der durch die ersten Extrusionseinheit (4a) aufgebracht-  
ten Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen  
Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine definierte Soll-Dicke der  
25 ersten Kautschukschicht (2a) zu erhalten.

ausgebildet ist.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, **gekennzeichnet durch** Schichtdicken-  
30 Messmittel (9a) zum kontinuierlichen Messen der Dicke ( $d_a$ ) der



ersten Kautschukschicht (2a) und Regeln der durch die ersten Extrusionseinheit (4a) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen mittleren Dicke ( $d_a$ ).

- 5 22. Einrichtung nach Anspruch 20 oder 21, **gekennzeichnet durch** weitere Schichtdicken-Messmittel (9b, 9c) hinter den weiteren Extrusionseinheiten (4b, 4c) zum kontinuierlichen Messen der Dicke (d) der jeweiligen Kautschukschicht (2) und Regeln der durch die zugeordnete Extrusionseinheit (4b, 4c) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der jeweils gemessenen mittleren Dicke (d).  
10
23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Regeleinheit (15, 16) weiterhin zum Regeln der durch die weiteren Extrusionseinheiten (4) aufgetragenen Kautschukmengen in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit (v) ausgebildet ist, um eine definierte Soll-Dicke der weiteren Kautschukschichten (2b) zu erhalten.  
15
24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Regeleinheit (15, 16) zum Regeln der Dorn-Vorschubgeschwindigkeit nach der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit (v) ausgebildet ist.  
20
25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **gekennzeichnet durch**  
25
  - mindestens eine weitere Spulengattereinheit (10) zum Aufbringen einer weiteren Fadenlage auf die jeweilige Kautschukschicht (2b) mit definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_2$ ) bezogen auf die Vorschubachse (X), und  
30

- mindestens eine weitere Extrusionseinheit (4) zum Aufbringen weiterer Kautschukschichten (2) auf die jeweilige Fadenlage.

5 26. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, **gekennzeichnet durch** mindestens eine weitere Steuer- und Regelungseinheit (15, 16), die zum

- Steuern der Drehzahl der weiteren Spulengattereinheiten (10) in Abhängigkeit von einer Soll-Dicke der jeweiligen Kautschukschichten (2) und der jeweiligen Soll-Fadenwinkel ( $\alpha_2$ ),

- Regeln der Drehzahl der weiteren Spulengattereinheiten (10) bei der Rotation um die Dorne (5) in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), und

- Regeln der durch die weiteren Extrusionseinheiten (4) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ) der Dorne (5)

ausgebildet ist.

27. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, **gekennzeichnet durch** jeweils eine Zahnradpumpe (11) zwischen einem Extruder und einem Extrusionskopf einer Extrusionseinheit (4) zur Regelung der Dicke der aufgetragenen Kautschukschichten (2), wobei die Regelung über eine Drehzahländerung der Zahnradpumpe (11) erfolgt.

28. Einrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtdickenmessmittel (9) Messeinheiten zur

Vermessung der Außenkanten des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) an mehreren Positionen am Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) und mindestens einen berührungslosen Messsensor zur Erfassung der Außenkanten des Dorns (5) haben.

29. Einrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtdickenmessmittel (9) zur Aufnahme der Aussenkanten an mehreren Positionen am Umfang des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) rotierbar um das festigkeitsträgerverstärkte, schlauchförmige Gebilde (1) sind.

30. Einrichtung nach Anspruch 28 oder 29, **gekennzeichnet durch** Rechenmittel, die an die Schichtdickenmessmittel (9) angeschlossen sind und zur Ermittlung der Dicke des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) aus dem Mittelwert der bestimmten Dicken an mehrern Umfangspositionen des festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebildes (1) ausgebildet sind.

31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Messsensor für die Außenkanten des Dorns ein induktiver Sensor ist.

## Zusammenfassung

Ein Verfahren zur Herstellung von festigkeitsträgerverstärkten, schlauchförmigen Gebilden (1) aus Kautschuk- und Festigkeitsträgerschichten (2, 3)

5 hat die Schritte:

- a) Aufbringen einer ersten Kautschukschicht (2a) mit einer ersten Extrusionseinheit (4a) auf eine Reihe aufeinanderfolgender miteinander gekoppelter starrer zylindrischer Dorne (5), die mit einer Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ) in Richtung einer Vorschubachse (X) vorgetrieben werden;  
10
- b) Aufbringen einer ersten Fadenlage mit definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) bezogen auf die Vorschubachse (X) mit einer Spulengatterereinheit (10a), die um die vorgetriebenen Dorne (5) rotierende Mittel hat;  
15
- c) Aufbringen mindestens einer weiteren Kautschukschicht (2b) mit mindestens einer weiteren Extrusionseinheit (4b) auf die erste Fadenlage;  
20
- d) kontinuierliches Messen der Vortriebsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Dorne (5);
- e) Regeln der durch die erste Extrusionseinheit (4a) aufgetragenen Kautschukmenge in Abhängigkeit von der gemessenen Vorschubgeschwindigkeit ( $v$ ), um eine definierte Soll-Dicke der ersten Kautschukschicht (2a) zu erhalten;  
25
- f) Regeln der Drehzahl der ersten Spulengatterereinheit (10a) bei der Rotation um die Dorne (5) in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwin-  
30

digkeit ( $v$ ), um eine Fadenlage mit den definierten Soll-Fadenwinkeln ( $\alpha_1$ ) zu erhalten.

Bezug zur Figur 1

5

JG/he-mr

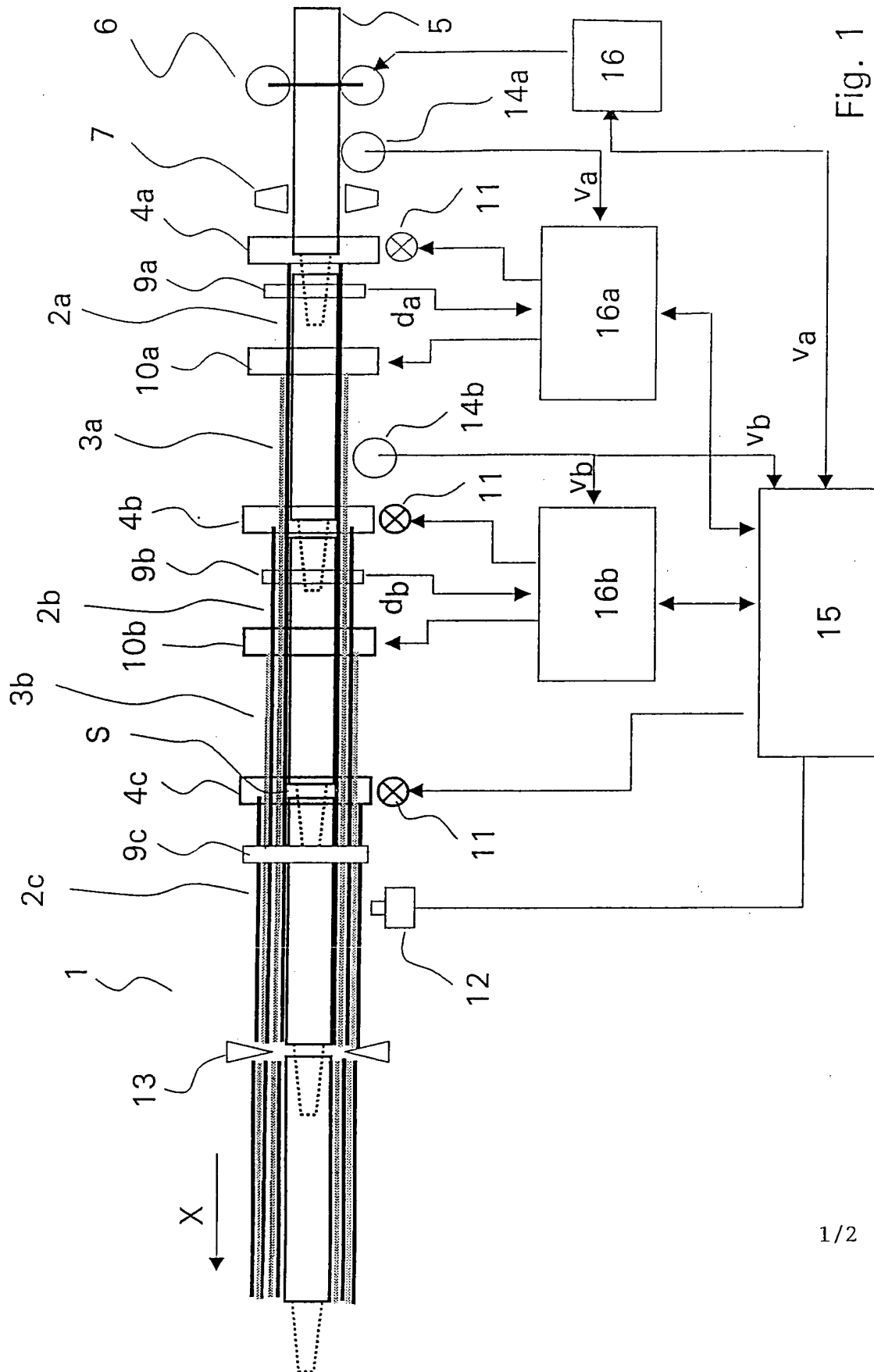


Fig. 1

